

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«ОСНОВАНИЕ»**

Дипломный проект
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 762

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
« ____ » _____ 20 __г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«ОСНОВАНИЕ»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 762

Исполнитель

студент гр. ЗТО- 404С

Чесноков А.П.

Руководитель

доцент, к.п.н.

Мирошин Д.Г.

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит: 86 листов машинописного текста, 4 иллюстрации, 26 таблиц, 24 источника литературы, 5 приложений, 4 листа чертежей и плакатов.

Ключевые слова: ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ.

В проекте разрабатывается технологический процесс обработки детали «Основание» с применением обрабатывающего центра 500 VS.

В технологической части разработанного проекта определяется тип производства, производится выбор метода получения заготовки, разрабатывается технологический процесс механической обработки детали, рассчитываются режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, подбирается современный режущий инструмент, разрабатывается фрагмент управляющей программы.

В экономической части выполняется расчёт затрат на обработку и себестоимость детали «Основание» по разработанному технологическому процессу.

В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и разработаны методические рекомендации повышения квалификации «Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ» 2 разряда на «Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ» 4 разряда.

| | | | | | | | | | |
|-----------|---------------|----------|---------|------|---|--------------------------------|------|--------|--|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |
| Разраб. | Чесноков А.П. | | | | Разработка технологического процесса механической обработки детали «Основание» | Лит. | Лист | Листов | |
| Пров. | Мирошин Д.Г. | | | | | | 3 | | |
| Реценз. | | | | | | ФГАОУ ВО РГППУ гр. ЗТО-404С | | | |
| Н. Контр. | Суриков В.П. | | | | | | | | |
| Утв. | Бородина Н.В. | | | | | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 7 |
| 1.1. Анализ исходных данных..... | 7 |
| 1.2. Техническая характеристика детали..... | 8 |
| 1.3. Анализ технических требований..... | 9 |
| 1.4. Анализ технологичности детали..... | 10 |
| 1.4.1. Качественный анализ..... | 10 |
| 1.4.2. Количественный анализ..... | 11 |
| 2. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ВЫПУСКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА..... | 14 |
| 3. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ..... | 17 |
| 3.1. Выбор заготовки..... | 17 |
| 3.2. Выбор технологических баз..... | 18 |
| 4. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ..... | 20 |
| 5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ..... | 24 |
| 6. ВЫБОР РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА..... | 25 |
| 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ..... | 28 |
| 7.1. Расчет припусков на механическую обработку..... | 28 |
| 7.2. Расчет режимов резания..... | 32 |
| 7.3. Расчет технических норм времени..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 8. РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ..... | 37 |
| 8.1. Возможности стойки HEIDENHAIN..... | 37 |
| 8.2. Фрагмент управляющей программы..... | 38 |
| 9. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ..... | 41 |
| 9.1. Определение капитальных вложений..... | 41 |
| 9.2. Расчет технологической себестоимости детали..... | 43 |
| 10. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 51 |
| 10.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»..... | 52 |
| 10.2. Анализ рабочей программы..... | 56 |
| 10.3. Разработка урока теоретического обучения..... | 59 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 66 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 67 |
| Приложение А Лист задания на проектирование..... | 71 |
| Приложение Б Перечень листов графических документов..... | 72 |
| Приложение В Фрагмент УП на обрабатывающий центр 500 VS для детали «Основание»..... | 73 |
| Приложение Г Комплект слайдов для методической части..... | 74 |
| Приложение Д Комплект технологической документации..... | 79 |

ВВЕДЕНИЕ

Корпусные детали машин представляют собой детали, содержащие систему отверстий и плоскостей, координированных друг относительно друга. Корпусные детали служат для монтажа различных механизмов машин.

Целью дипломного проекта является проектирование технологического процесса детали «Основание», посредством применения решений по выбору оборудования, режущего инструмента, метода получения заготовки.

Для решения данных задач в проекте предлагается применение прогрессивного оборудования (обрабатывающий центр с ЧПУ).

Автоматизация процесса обработки, концентрация операций, возможность реализации сложных пространственных перемещений инструмента, быстрая переналаживаемость оборудования - все эти факторы приводят к снижению трудоемкости обработки деталей; в несколько раз повышается производительность труда, сокращается длительность производственного цикла, повышается качество продукции, уменьшается потребность в производственных площадях, в высококвалифицированных рабочих.

Задачами ВКР являются:

1. Анализ исходных данных
2. Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Основание»
3. Выбор современного режущего инструмента.
4. Разработка управляющей программы.
5. Разработка методических рекомендаций по обучению операторов станков с ЧПУ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 6 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходных данных

Исходными данными для проектирования технологического процесса механической обработки детали «Основание» является рабочий чертеж детали с техническими требованиями и годовой объем выпуска 1200 штук.

Деталь «Основание» изготавливается из сплава 35Л ГОСТ 977-88, масса детали 5,61кг, габаритные размеры 280x80x70 мм, служит для установки подшипника скольжения.

Деталь «Основание» является корпусной деталью, имеет два отверстия $\phi 18$ мм для крепления к корпусу станины, также имеется два отверстия $\phi 14$ мм для крепления крышки, фиксирующей вторую часть вкладыша, в отверстиях под посадку подшипника $\phi 90H7$ предусмотрены две канавки $\phi 102$ мм, что обеспечивает неподвижность баббитового вкладыша. Также в детали «Основание» есть сквозное отверстие $\phi 11,2$ мм с конической резьбой $K1/4''$ ГОСТ 6111- 52 по двум сторонам, для крепления маслопровода и отверстие $\phi 11,2$ мм для непосредственного подвода смазки в рабочую зону.

Для обеспечения работоспособности детали, наружные и внутренние поверхности детали должны быть выполнены с необходимой точностью по размерам, требованиям к шероховатости и их взаимному расположению.

Поверхности детали представляют собой совокупность элементарных поверхностей: плоскостей, канавок, отверстий. Деталь обладает достаточной жесткостью для ее надежной установки, закрепления и механической обработке.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.2. Техническая характеристика детали

Основой для разработки технологического процесса механической обработки детали является рабочий чертёж детали с техническими требованиями, определяющими конструктивные формы и размеры детали, точность и качество обработки, твёрдость, материал и т.п.

Деталь «Основание» изготавливается из конструкционной стали 35Л ГОСТ 977-88, сталь для отливок углеродистая нелегированная. Буква Л в конце означает, что это литейная сталь, а цифра 35 свидетельствует о содержании 0,35% углерода. Этот сплав отличается низкой коррозионной стойкостью, жидкотекучесть удовлетворительная, несклонна к литейным трещинам, свариваемость ограниченная, сварка возможна при подогреве до 100-120⁰С и последующей термообработке. Используется в промышленности для изготовления: станин прокатных станов, зубчатых колес, тяг, бегунков, задвижек, балансиров, диафрагм, катков, валков, кронштейнов и других деталей, работающих под действием средних, статических и динамических нагрузок [8].

Ниже в таблицах приведены химический состав и механические свойства стали 35 Л по ГОСТ 977-88.

Таблица 1 - Химический состав в % стали 35 Л

| C | Si | Mn | S | P |
|------------|------------|------------|---------|---------|
| 0.32 - 0.4 | 0.2 - 0.52 | 0.45 - 0.9 | до 0.06 | до 0.06 |

Таблица 2 – Механические свойства при T=20°C стали 35Л

| Механические свойства стали 35 Л | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|----------|--------------------------------|---------------------------|
| Режим термообработки | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$ (МПа) | σ_B (МПа) | δ_5 (%) | ψ % | KCU (Дж / см ²) | HB (HRC _α) |
| | | не менее | | | | | |
| Нормализация 860-880 °С. | До 100 До 100 30 | 280 | 500 | 15 | 25 | 35 | --- |
| Отпуск 600-630 °С | | 350 | 550 | 16 | 20 | 30 | --- |
| Закалка 860-880 °С. Отпуск 600-630 °С | | 255 | 530 | 19 | 34 | 49 | 146 |
| Отжиг 850 °С, печь Отжиг 950 °С, печь | | | | 22 | 39 | 64 | 143 |

Использование отливки из стали 35 Л для изготовления детали характеризуется следующими факторами:

- низкая стоимость материала;
- оптимальное сочетание свойств литых стальных деталей для точного машиностроения и приборостроения;
- отливки хорошо обрабатываются резанием;
- отличные физико-механические свойства;
- отливки из этой стали имеют широкое применение.

Данный материал оптимально подходит для изготовления отливки детали «Основание» и условий ее работы.

1.3. Анализ технических требований

Рабочий чертеж содержит информацию о точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, качества поверхностного слоя после механической обработки.

При анализе чертежа сформулированы следующие технологические задачи:

- обеспечить качество поверхностей 160 мм Ra1,6; 280 мм Ra6,3; $\varnothing 90H7$ Ra1,25

- обеспечить точность размеров $\varnothing 90H7$; 6H9; 60H9

- взаимное расположение поверхностей: обеспечить перпендикулярность торцов канавки относительно базы Д 0,06 мм; плоскостность поверхности 160 мм 0,03 мм; плоскостность поверхности 280 мм 0,1 мм; параллельность относительно базы Д 0,03.

Остальные предельные отклонения размеров получаемых при механической обработке: H14, $\pm IT14/2$. Допуски и технические требования детали на чертеже соответствуют ее служебному назначению.

1.4. Анализ технологичности детали

При анализе технологичности детали проводится качественный и количественный анализ.

1.4.1. Качественный анализ

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, в нашем случае это отливка в кокиль, которая сокращает объем механической обработки. В детали используются простые геометрические формы, позволяют применять производительные методы механической обработки. Предусмотрены простые, надежные технологические базы, достаточная жесткость обеспечена. Имеется возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне механической обработки детали, свободный вход и выход инструмента из зоны механической обработки. [17,с.28-29]

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 10 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.4.2. Количественный анализ

Количественная оценка технологичности детали производится по следующим показателям: коэффициентам точности и шероховатости и коэффициенту использования материала [7,с.229].

Таблица – 3 Определение коэффициента точности

| T_i | n_i | $T_i \cdot n_i$ | T_i | n_i | $T_i \cdot n_i$ |
|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| 7 | 1 | 7 | 15 | 2 | 30 |
| 9 | 2 | 18 | 14 | 7 | 98 |

$$\Sigma n_i = 25; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 153$$

Для определения коэффициента точности обработки (K_T), необходимо рассчитать среднюю точность обработки детали:

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i}, \quad (1)$$

где T_i – квалитет точности обрабатываемых поверхностей;

n_i – количество поверхностей для каждого квалитета.

$$T_{cp} = \frac{153}{25} = 6,1$$

Коэффициент точности определяется по формуле:

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (2)$$

где T_{cp} – средняя точность.

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{6,1} = 0,84$$

Чем выше показатель K_T , тем более технологична деталь. В данном случае $K_T > 0,84$. По этому показателю деталь технологична и обеспечение точности обрабатываемых поверхностей не представляет сложностей.

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

| $Ш_i$ | n_i | $Ш_i \cdot n_i$ | $Ш_i$ | n_i | $Ш_i \cdot n_i$ |
|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| 1,25 | 1 | 1,25 | 6,3 | 3 | 18,9 |
| 1,6 | 1 | 1,6 | 12,5 | 18 | 225 |
| 3,2 | 4 | 12,8 | | | |

$$\Sigma n_i = 27; \quad \Sigma Ш_i \cdot n_i = 259,55$$

Средняя шероховатость обработанных поверхностей:

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i}, \quad (3)$$

где $Ш_i$ – значение параметра шероховатости;

n_i – количество поверхностей шероховатости.

$$Ш_{cp} = \frac{259,55}{27} = 9,6$$

Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (4)$$

где $Ш_{cp}$ – средняя шероховатость.

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{9,6} = 0,89$$

Чем больше $K_{ш}$, тем сложнее изготовление детали, т.к. $K_{ш} \leq 0,89$, то по этому показателю деталь технологична.

Коэффициент использования материала определяется по формуле:

$$K_M = \frac{M_{ДЕТ}}{M_{ЗАГ}}, \quad (5)$$

где $M_{ДЕТ}$ - масса детали, кг;

$M_{ЗАГ}$ - масса заготовки, кг.

$$K_M = \frac{5,61}{6,3} = 0,89 \leq 1$$

$K_M=0,89 \leq 1$ - хорошо, технологична;

Коэффициент использования материала показывает, что при механической обработке детали небольшое количество металла уйдет в стружку, значит вариант получения заготовки, отливка в кокиль, оптимален.

При количественной оценке технологичности детали по коэффициентам точности, шероховатости и использования материала, можно сделать вывод, что данная деталь является достаточно технологичной, т.к. чертеж детали в результате технологического контроля и качественного анализа технологичности оставлен без изменений и рассматривается только один технологический процесс обработки [7,с.18].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 13 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ВЫПУСКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Тип производства по ГОСТ 3.1121-84 определяется коэффициентом закрепления операций: $1 < K_{з.о.} < 10$ - массовое и крупносерийное производство, $10 < K_{з.о.} < 20$ - среднесерийное, $20 < K_{з.о.} < 40$ – мелкосерийное производство. В единичном производстве $K_{з.о.}$ не регламентируется [9].

Масса детали 5,61 кг и годовой выпуск продукции 1200 шт.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций:

$$K_{з.о.} = O / P, \quad (6)$$

где O – число различных операций;

P - число рабочих мест, на которых выполняют различные операции.

Определим количество станков, имея данные о штучном времени:

$$T_c = \frac{N \cdot T}{60 \cdot F \cdot \eta} \quad (7)$$

где F – годовой фонд времени, 4029 ч.

$\eta_{к.з.} = 0,75$ – нормативный коэффициент загрузки.

$$T_c = \frac{1200 \cdot 12,87}{60 \cdot 4029 \cdot 0,85} = 0,1$$

Число рабочих мест P округлим в большую сторону T_c .

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 14 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Определим фактический коэффициент загрузки:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{T_c}{P}, \quad (8)$$

где P - число рабочих мест, на которых выполняют различные операции;

T_c - количество станков.

Таблица 5 – Определение типа производства

| ОПЕРАЦИЯ | Тшт, мин | Тс | Р | η з.ф. | О | ОЦ 500 VS |
|-------------------------|-------------|---------|---|-----------|-----|-----------|
| 005 Универсальная с ЧПУ | 12,87 | 0,1 | 1 | 0,1 | 9,4 | |
| Σ Тшт= 12,87 | | Σ Р = 1 | | Σ О = 9,4 | | |

Определим количество операций по формуле:

$$O = \frac{\eta_{к.з.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (9)$$

где $\eta_{к.з.} = 0,75$ – нормативный коэффициент загрузки;

$\eta_{з.ф.}$ - фактический коэффициент загрузки

Результаты вычислений занесены в таблицу 5.

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о.} = 9,4/1 = 9,4$$

$$K_{з.о.} = 9,4$$

По ГОСТ 3.1121-84 соответствует $1 < K_{з.о.} < 10$ - крупносерийному производству.

Число деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{250}, \quad (10)$$

где N – годовой выпуск деталей, шт;

a - периодичность запуска в днях, a = 5 дней;

250 - количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1200 \cdot 5}{250} = 24_{шт.}$$

Крупносерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий и повторяющимися партиями. Применяются специальные станки, полуавтоматы и ОЦ с ЧПУ. Повышается производительность, а время на изготовление детали уменьшается.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 16 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

3.1. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важных этапов технологического процесса изготовления детали. От правильности выбора заготовки, ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров в значительной степени зависит характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления, величина расхода материала и инструмента, стоимость изготовления детали. Одним из методов получения заготовок в машиностроении является литье. Преимущество литых заготовок в том, что их можно изготовить максимально приближенными к заданной форме и размерам и практически любой конфигурации.

Для получения отливок детали назначен метод получения заготовок – отливка в кокиль.

При литье в кокиль отливка имеет 6-10 класс размерной точности по ГОСТ 26645-85. Классы точности массы отливок ГОСТ 26645-85 при литье в кокиль массой до 10 кг 5т-12. Припуски на обработку (на сторону) и допуски на размеры отливки назначают по ГОСТ 26645-85 или по рекомендуемым значениям в зависимости от размеров детали, материала и способа литья. На обработку припуски при литье в кокиль назначают от 1 до 4 мм. По форме заготовка будет напоминать форму готовой детали. Литье в кокиль соответствует серийному производству. Этим способом можно получать отливки массой 0,25-7000 кг, параметр шероховатости Ra 25-2,5.

Условное обозначение точности отливки: 11Т-0-0-11 ГОСТ 26645-85.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 17 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Согласно ГОСТ 26645-85, параметры точности отливки детали будут следующие [10]:

Класс размерной точности отливки – 11Т;

Класс точности массы отливки – 0;

Степень точности поверхности отливки – 0;

Степень коробления – 11;

3.2. Выбор технологических баз

Принципы выбора черновых баз:

- для надёжного базирования и закрепления черновая база должна иметь ровную поверхность, достаточные размеры и низкую шероховатость без следов литниковых систем, разъемов штампов.

- у корпусных деталей первой обрабатывается поверхность, которая затем будет являться установочной базой.

- в качестве черновых баз следует выбирать поверхности, которые затем остаются необработанными. Это обеспечивает точность взаимного положения обработанных и необработанных поверхностей.

Принципы выбора чистовых баз:

- принцип совмещения баз: в качестве технологических баз следует выбирать поверхности, которые совпадают с измерительными и конструкторскими базами.

- принцип постоянства баз: несколько операций должны выполняться с одного комплекта баз.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 18 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Базирование заготовки на операции 005 Комплексная с ЧПУ показана на рисунке 1.

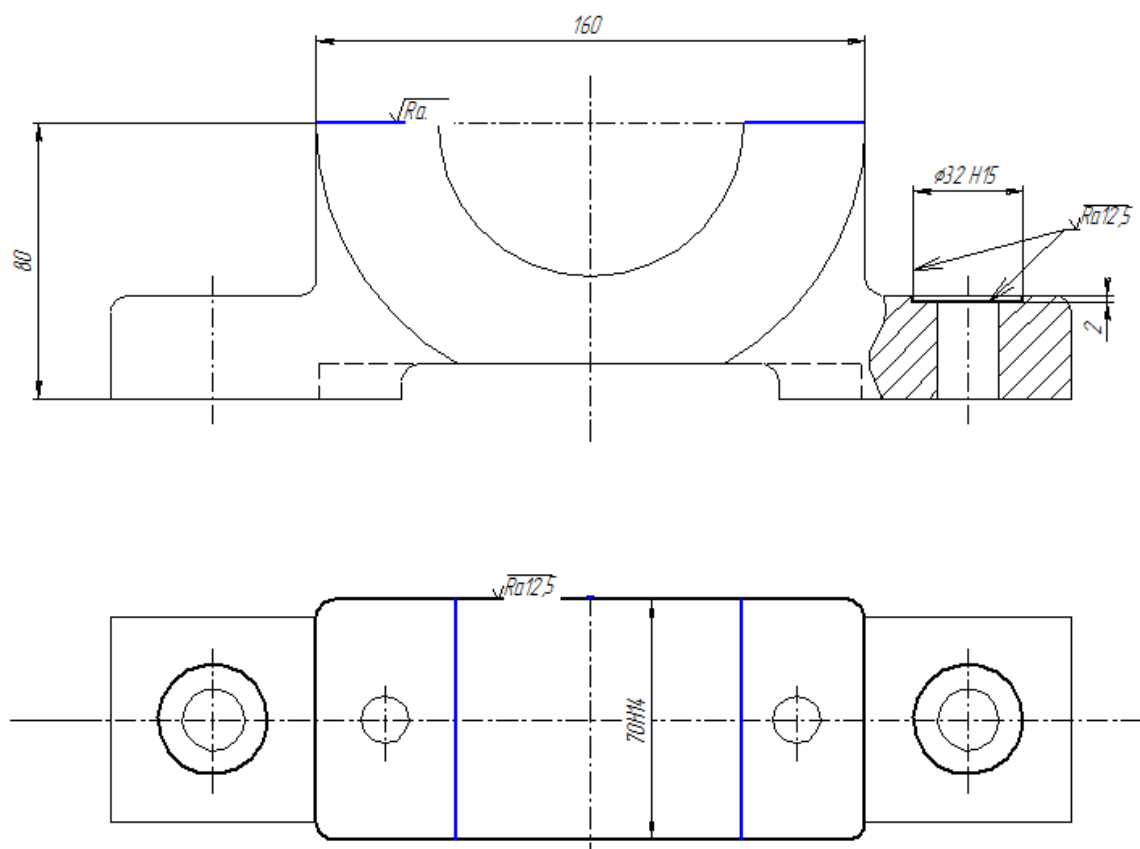


Рисунок 1 - Схема базирования на операции 005

При базировании заготовки соблюдается принцип постоянства баз, что позволяет обработать поверхности при одной установке, таким образом, обеспечивается точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей и постоянство переходов.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП 44.03.04.762 ПЗ

Лист

19

4. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор технологического оборудования определяется: методом обработки; возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритными размерами заготовок и размерами обработки; мощностью, необходимой на резание; производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства; возможностью приобретения и ценой станка; удобством и безопасностью работы станка. При выборе станков особое внимание обращено на использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в серийном машиностроении [17,с.77].

Применение станков с ЧПУ целесообразно в следующих случаях [17,с.78]:

- для трудоемких операций;
- при обработке деталей с большим количеством размеров, имеющих высокие требования по точности;
- для операций, у которых расходы на контроль составляют часть общей стоимости операции.

Для проектируемого технологического процесса механической обработки детали «Основание», выбрано оборудование отечественного производства, стерлитамакского станкостроительного завода, которое установлено на предприятии. Обработывающие центры характеризуется высокой точностью, очень надежны в эксплуатации. Они отличаются высокой надежностью и ремонтпригодностью, низкой ценой, по сравнению с импортными аналогами. Российские станкостроители создают достойные станки, которые по многим параметрам не уступает импортным аналогам.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |



Рисунок 2 – Вертикальный обрабатывающий центр 500VS

Для операции 005 выбран вертикальный обрабатывающий центр с автоматической сменой инструмента (АСИ) и числовым программным управлением (ЧПУ) модели 500VS предназначен для комплексной обработки деталей из различных конструкционных материалов в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. Выполняет операции наружного и внутреннего точения, сверления, зенкерования, развертывания, получистового и чистового растачивания отверстий, нарезания резьбы метчиками и фрезами, фрезерования. Область применения: машиностроительные предприятия различной промышленности [22].

Таблица 6 - Технические характеристики вертикально-обрабатывающего центра 500VS

| Параметры | Значения |
|--|-----------------|
| 1 | 2 |
| Размеры поверхности стола, мм | Ø500 |
| Количество Т-образных пазов стола | 8 |
| Ширина паза стола, мм | 18H11 |
| Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм | 600 |
| Наибольшее расстояние от торца шпинделя до оси стола, мм | 610 |
| Наибольшая частота вращения стола, об/мин | 20 |
| Максимальный угол поворота по оси А, град | 180 (+90/-90) |
| Число ступеней частот вращения шпинделя | регул. бесступ. |
| Пределы частот вращения шпинделя, об/мин | 0-12000 |
| Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм | 76 |
| Номинальная мощность главного привода, кВт | 22,5 |
| Наибольшее программируемое перемещение по координатам | |
| X - продольное перемещение салазок, мм | 650 |
| Y - поперечное перемещение колонны, мм | 500 |
| Z - вертикальное перемещение шпиндельной бабки, мм | 600 |
| Точность позиционирования по осям X, Y, Z, мм / А, С, град | ±0,005/0,006 |
| Дискретность задания перемещения, мм/град | 0,001/0,001 |
| Число одновременно управляемых осей координат | 5 |
| Наибольшее усилие подачи по координатам X,Y, Z, кН | 5000 |

Продолжение таблицы 6

| 1 | 2 |
|--|------------------------|
| Диапазон рабочих подач по координатам X,Y, Z, мм/мин | 1...15 000 |
| Скорость быстрого перемещения по координатам X, Y, Z, м/мин | 40...50 |
| Емкость инструментального магазина, шт. | 24 |
| Время смены инструмента, с | 7 |
| Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг | 8 |
| Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм | 250 |
| Наибольший диаметр инструмента, мм | 100 |
| Система ЧПУ | HEIDENHAIN iTNC 530 |
| Масса станка, кг | 10 500 |
| Габаритные размеры станка, мм, не более | 2310x3530x3200 |

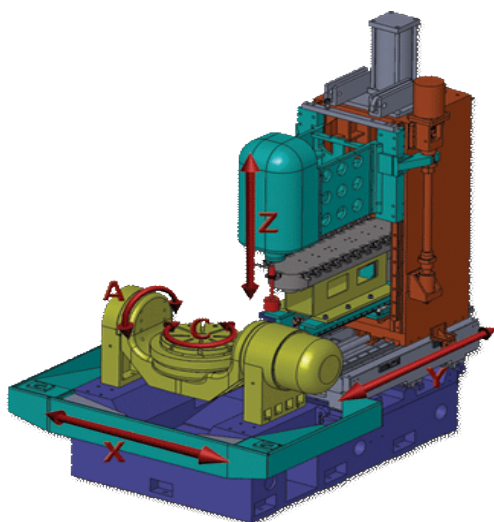


Рисунок 3 – Расположение координатных осей вертикально - обрабатывающего центра 500VS

5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Технологический процесс механической обработки детали «Основание» представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Технологический маршрут обработки детали

| Операция 005 Универсальная с ЧПУ ОЦ 500 VS | |
|--|---|
| Переход | Содержание |
| | Установ А(поворот по оси А на $+90^0$) |
| 1 | Фрезеровать нижнюю плоскость |
| 2 | Фрезеровать два кармана $\varnothing 18$ мм |
| 3 | Центровать 4 отв. $\varnothing 5$ мм |
| 4 | Сверлить 2 отв. $\varnothing 14$ мм |
| 5 | Сверлить 2 отв. $\varnothing 18$ мм |
| | Установ Б (поворот по оси А на -90^0) |
| 6 | Фрезеровать верхнюю плоскость |
| 7 | Фрезеровать 2 отв. 32 мм |
| | Установ В(поворот оси С 90^0 и по оси А на 45^0) |
| 8 | Сверлить отв. $\varnothing 11,2$ мм |
| 9 | Фрезеровать паз 20 мм |
| | Установ Г(поворот оси А в исходное горизонтальное положение 0^0 , поворот оси С 90^0 , поворот оси А 90^0) |
| 10 | Расточить отв. $\varnothing 90H7$ |
| 11 | Фрезеровать две канавки $\varnothing 102$ мм |
| 12 | Фрезеровать 4 фаски 1×45^0 |
| 13 | Центровать отв. $\varnothing 5$ мм |
| 14 | Сверлить отв. $\varnothing 11,2$ мм |
| 15 | Нарезать резьбу $K1/4''$ |
| | Установ Д(снять деталь, перевернуть на другую сторону,закрепить) |
| 16 | Нарезать резьбу $K1/4''$ |



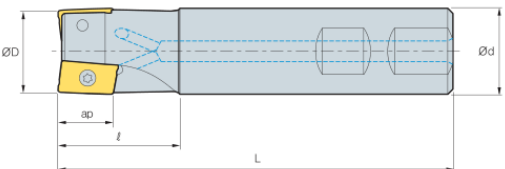

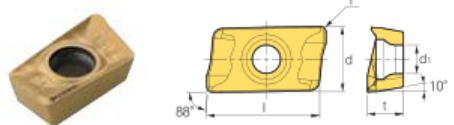
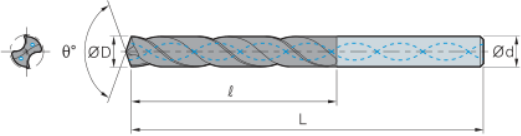
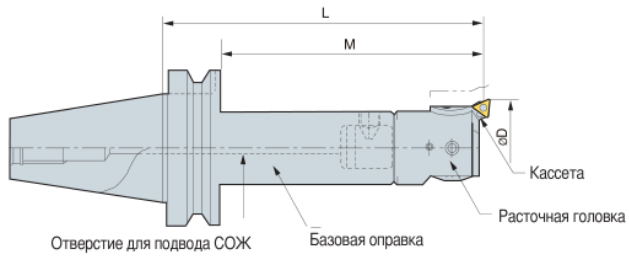
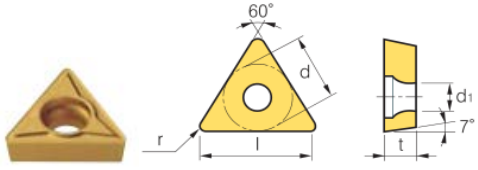
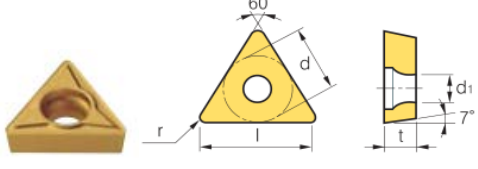
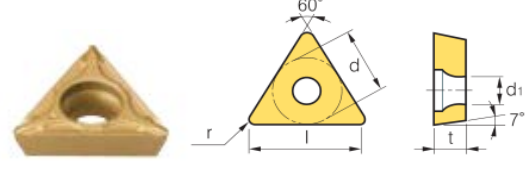
6. ВЫБОР РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Выбор режущего инструмента производится по каталогам Korloy и GARANT [14].

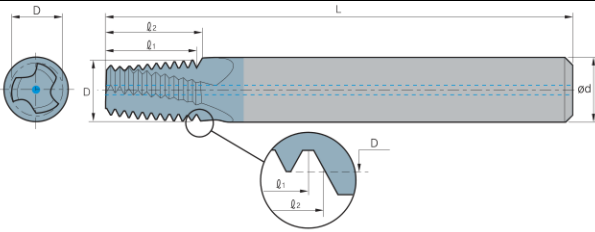
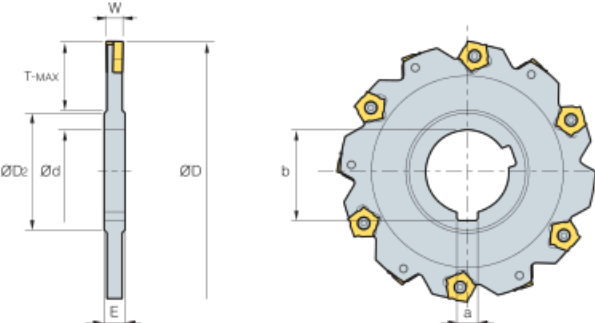

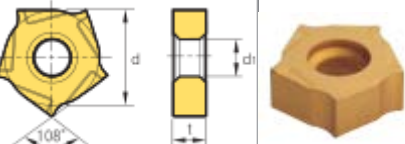
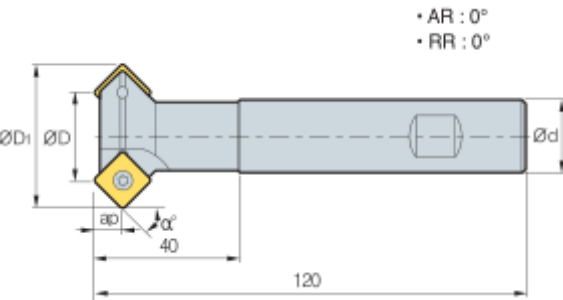

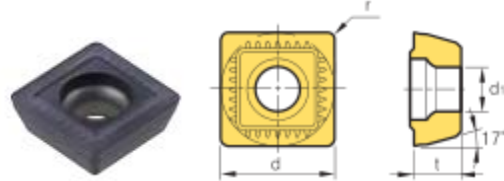
Таблица 8 - Metallорежущий инструмент для механической обработки детали «Основание»

| Название | Изображение | Размеры, мм |
|--|-------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Фреза торцовая Korloy FMPC(M)3000 3100HS | | $\varnothing D=100, \varnothing d_1=18,$ $\varnothing D_2=67, \varnothing d=31,75$ $a=12,7, b=8, E=36,$ $F=50, a_p=7,$ $\text{сечение} = 8,$ $= 1,5 \text{ кг}$ |
| SDXT-MM 130508R-MM PC5300 | | $d=13,5, t=5,56,$ $r=0,8, d_1=5,56 a=2,2$ |
| Фреза Korloy AMS2000S 2016HS | | $\varnothing D=18, \varnothing d=16, l=25,$ $L=90, a_p=11$ $m=0,12 \text{ кг}, \text{сечение} = 2$ |
| APMT-MM 11T3PDSR-MM PC5300 | | $d=6,467, t=3,6 r=0,5,$ $d_1=2,85$ $l=11,2$ |
| Сверло комбинированное Korloy BDTM06100-11 HSS TiAlN | | $\varnothing D=5, \varnothing d=7, l=40$ $l_1=15, L=95$ |
| Сверло спиральное Korloy MSDH 140-5PMKND HSS TiAlN | | $\varnothing D=14, \varnothing d=14, l=105,$ $L=167$ |
| Сверло спиральное Korloy MSDH 180-3PMKND HSS TiAlN | | $\varnothing D=18, \varnothing d=18 l=85,$ $L=153$ |

Продолжение таблицы 8

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| Фреза концевая GARANT 191632 HSS TiAlN |  | $\varnothing D=32, L=112,$ $l=32$  =6 |
| Фреза Korloy AMS2020HS |  |  =2, $\varnothing D=20,$ $\varnothing d=18, l=25,$ $L=90, ap=11,$ $m=0,13\text{кг}$ |
| APMT-MM 11T3PDSR-MM PC5300 |  | $d=6,467, t=3,6$ $r=0,5, d_1=2,85,$ $l=11,2$ |
| Сверло спиральное Korloy MSDH 112-3PMKND HSS TiAlN |  | $\varnothing D=11,2,$ $\varnothing d=11,2, l=60,$ $L=118$ |
| Расточная система Korloy HSK63-FBH68- 181 |  | $\varnothing D_{\min}=68,$ $\varnothing D_{\max}=100$ $L=181, M=150$ |
| TCMT-C25 16T304-C25 NC3220 черновое расточивание |  | $l=15,5, t=3,97$ $d=9,525 r=0,4$ $d_1=4,4$ |
| TCMT-C25 16T304-C25 NC3220 получистовое расточивание |  | $l=15,5, t=3,97$ $d=9,525 r=0,4$ $d_1=4,4$ |
| TCMT-VF 110202- VF PC5300 тонкое расточивание |  | $l=7,6, t=2,38,$ $d=5,56,$ $r=0,2,$ $d_1=2,5$ |

Окончание таблицы 8

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| Фреза со спиральными зубьями Korloy STMHC10099L14- EL18NPTF HSS TiAlN |  | $\varnothing d=10$; $D=9.90$; $L=73$; $l_1=14,1$; $l_2=14,8$ |
| Фреза Korloy SPP(M)080-06 |  | $W=6$; $a=6,35$; $b=28,04$; $T_{max}=20$ $\varnothing d=25,4$; $E=8$; $\varnothing D=80$  =6 |
| PNEJ 1235N PC3500 |  | $d=12,7$; $t=3,5$; $d_1=5$ |
| Фреза Korloy CE45-1119RS20 |  |  =2; $\varnothing D=19$; $\varnothing D_1=33,9$; $\varnothing d=20$; $ap=7$ $\alpha=45^0$ |
| SPMT-KC 110408-KC PC3500 |  | $d=11,5$; $r=0,8$; $t=4,8$; $d_1=4,5$ |

7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

7.1. Расчет припусков на механическую обработку

Рассчитаем припуски на механическую обработку и промежуточные предельные размеры для отверстия $\varnothing 90H7^{+0,035}$. На остальные обрабатываемые поверхности назначим припуски по ГОСТ 26645-85[7].

Заготовка детали «Основание» представляет собой отливку 1 класса точности, массой 6,3 кг, технологический маршрут обработки отверстия

$\varnothing 90H7$ состоит из трех операций: чернового, получистового и тонкого растачивания. Все операции выполняются при одной установке. Базами служат: плоскость основания и два отверстия [7,с.83]. Значения элементов припусков[26,с. 186-188], предельные размеры записываем в таблицу 9.

Таблица 9 - Расчет припусков и предельных размеров отверстия $\varnothing 90H7^{+0,035}$

| Технологические переходы | Элементы припуска | | | | Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм | Расчетный размер D_p , мм | Допуск δ , мкм | Предельный размер, мм | | Предельные значения припуска, мкм | |
|---------------------------|-------------------|-----|--------|------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------|
| | R_z | h | ρ | ϵ | | | | $D_{\text{пр min}}$ | $D_{\text{пр max}}$ | $2Z_{\min}$ | $2Z_{\max}$ |
| Заготовка | 200 | 300 | 70 | - | - | 87,035 | 400 | 86,635 | 87,035 | - | - |
| Черновое растачивание | 50 | 50 | 3 | 70 | 21000 | 89,035 | 160 | 88,875 | 89,035 | 2000 | 2240 |
| Получистовое растачивание | 20 | 20 | 1 | 4 | 2333 | 89,701 | 80 | 89,621 | 89,701 | 666 | 746 |
| Тонкое растачивание | 5 | - | - | - | 2167 | 90,035 | 35 | 90 | 90,035 | 334 | 379 |

Расчетный минимальный припуск на растачивание [7, с. 85]:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}), \quad (11)$$

где Rz – высота неровностей профиля поверхности;

h – глубина дефектного слоя;

ρ – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки;

ε – погрешность установки детали в приспособлении.

$2Z_{\min} = 2 \cdot 1000$ - черновое растачивание

$2Z_{\min} = 2 \cdot 333$ - получистовое растачивание

$2Z_{\min} = 2 \cdot 167$ – тонкое растачивание

Определение расчетного размера [7, с. 85]:

$$D_{p1} = 90,035 - 0,334 = 89,701 \text{ мм}$$

$$D_{p2} = 89,701 - 0,666 = 89,035 \text{ мм}$$

$$D_{p3} = 89,035 - 2 = 87,035 \text{ мм}$$

Для тонкого растачивания наибольший предельный размер 90,035 мм, а наименьший $90,035 - 0,035 = 90$ мм.

Для получистового растачивания наибольший предельный размер 89,701 мм, а наименьший $89,701 - 0,08 = 89,621$ мм.

Для чернового растачивания наибольший предельный размер 89,035 мм, а наименьший $89,035 - 0,16 = 88,875$ мм.

Для заготовки наибольший предельный размер 87,035 мм, а наименьший $87,035 - 0,4 = 86,635$ мм

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 29 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Определение минимальных значений припусков [7, с. 86]:

$$2Z_{\min}^{\text{пр}}_3 = 90,035 - 89,701 = 0,334 \text{ мм} = 334 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{\text{пр}}_3 = 90 - 89,621 = 0,379 \text{ мм} = 379 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^{\text{пр}}_2 = 89,701 - 89,035 = 0,666 \text{ мм} = 666 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{\text{пр}}_2 = 89,621 - 88,875 = 0,746 \text{ мм} = 746 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^{\text{пр}}_1 = 89,035 - 87,035 = 2 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{\text{пр}}_1 = 88,875 - 86,635 = 2,24 \text{ мм} = 2240 \text{ мкм}$$

Общие припуски Z_{\min} , Z_{\max} определяются, суммируя промежуточные припуски [1, с. 86]:

$$2Z_{\min} = 2000 + 666 + 334 = 3000 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 2240 + 746 + 379 = 3365 \text{ мкм}$$

Проверка правильности вычислений [7, с. 87]:

$$Z_{\max i}^{\text{пр}} - Z_{\min i}^{\text{пр}} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (12)$$

$$334 - 379 = 80 - 35 = 45$$

$$746 - 666 = 160 - 80 = 80$$

$$2240 - 2000 = 400 - 160 = 240$$

На остальные обрабатываемые поверхности назначим припуски допуски по ГОСТ 26645 – 85 и запишем их в таблицу 10.

Таблица 10 – Припуски, допуски на обработку детали «Основание»

| Размер, мм | Припуск, мм | Допуск, мм | Отклонение, мм |
|------------|-------------|------------|----------------|
| 80 | 3 | 0,5 | $\pm 0,3$ |

7.2 Расчет режимов резания

Выбор элементов режимов резания производим по каталогам фирм Korloy и Garant, согласно рекомендациям производителей. Так как в каталогах указаны некоторые элементы режимов резания, остальные недостающие элементы рассчитаем по формулам. Правильно выбранные режимы влияют на время, стоимость обработки, качество обработанной поверхности и долговечность инструментов.

Число оборотов шпинделя:

$$n=1000V/\pi D, \quad (13)$$

где V – скорость резания(по каталогу), м/мин;

D – диаметр обрабатываемого отверстия или инструмента, мм.

Скорость резания:

$$V= \pi Dn/1000, \quad (14)$$

где n - число оборотов шпинделя, об/мин;

D – диаметр обрабатываемого отверстия или инструмента, мм.

Подача минутная:

$$S_M=S_0 \cdot n, \quad (15)$$

где S_0 – подача на оборот, мм/об;

n - число оборотов шпинделя, об/мин;

Результаты вычислений запишем в таблицу 11.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 32 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 11 – Режимы резания для механической обработки детали «Основание»

| Наименование перехода | t, мм | S ₀ , мм/об | S _м , мм/мин | n, об/мин | V, м/мин |
|---|-------|------------------------|-------------------------|-----------|----------|
| Операция 005 Универсальная с ЧПУ ОЦ 500VS | | | | | |
| Установ А | | | | | |
| Переход 1 | 3 | 0,4 | 254 | 636 | 200 |
| Переход 2 | 2,5 | 0,1 | 353 | 3539 | 200 |
| Переход 3 | 2,5 | 0,05 | 191 | 3821 | 60 |
| Переход 4 | 7 | 0,3 | 545 | 1819 | 80 |
| Переход 5 | 9 | 0,3 | 424 | 1415 | 80 |
| Установ Б | | | | | |
| Переход 6 | 3 | 0,4 | 254 | 636 | 200 |
| Переход 7 | 2 | 0,3 | 450 | 1500 | 150 |
| Установ В | | | | | |
| Переход 8 | 5,6 | 0,3 | 685 | 2285 | 80 |
| Переход 9 | 5 | 0,1 | 318 | 3184 | 200 |
| Установ Г | | | | | |
| Переход 10 | 1,5 | 0,1 | 71 | 709 | 200 |
| Переход 11 | 6 | 0,6 | 358 | 597 | 150 |
| Переход 12 | 1 | 0,05 | 35 | 709 | 200 |
| Переход 13 | 2,5 | 0,05 | 191 | 3821 | 60 |
| Переход 14 | 5,6 | 0,3 | 685 | 2285 | 80 |
| Переход 15 | | 1,411 | 59,3 | 42 | |
| Установ Д | | | | | |
| Переход 16 | | 1,411 | 59,3 | 42 | |

7.3. Расчет технических норм времени

Норма штучного времени на операции, определяется по формуле

[17, стр.100]:

$$t_{шт} = t_{01} + t_{02} + \dots + t_n, \quad (16)$$

где t_0 – основное машинное время, мин.

Норма штучного - калькуляционного времени[17, стр.98]:

$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + t_{\text{п.з.}}/n, \quad (17)$$

где $t_{\text{п.з.}}$ – подготовительно - заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{yc}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{з.о.}}, \quad (18)$$

где t_{yc} – время на снятие и установку детали, мин;

$t_{\text{уп}}$ – время на управление, мин;

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение детали, мин;

$t_{\text{з.о.}}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.

Элементы вспомогательного времени выбраны в таблицах по источнику[7, стр.197-225].

Основное машинное время определяется по формуле [17, с. 99]:

$$t_{\text{o}} = \frac{L}{S_{\text{м}}} i, \quad (19)$$

где L – общая расчетная длина, мм;

$S_{\text{м}}$ – подача минутная, мм/мин;

i – количество рабочих ходов.

Расчетная длина определяется по формуле [17, с.100]:

$$l = l_{\text{o}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \quad (20)$$

где l_{o} - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вр}}$ - величина врезания инструмента, мм;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 34 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$l_{\text{пер}}$ - величина перебега инструмента, мм.

Оперативное время определяется по формуле [17, с. 102]:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_v, \quad (21)$$

где t_o - основное машинное время, мин;

t_v - вспомогательное время, мин.

Время технического обслуживания определяется по формуле [17, с. 103]:

$$t_{\text{тех}} = 6 \cdot t_{\text{оп}} / 100, \quad (22)$$

где $t_{\text{оп}}$ - оперативное время, мин.

Время организационного обслуживания определяется по формуле [17, с. 103]:

$$t_{\text{орг}} = 8 \cdot t_{\text{оп}} / 100, \quad (23)$$

где $t_{\text{оп}}$ - оперативное время, мин.

Время на естественные надобности и отдых определяется по формуле [17, с. 103]:

$$t_{\text{отд}} = 2,5 \cdot t_{\text{оп}} / 100, \quad (24)$$

где $t_{\text{оп}}$ - оперативное время, мин.

Подготовительно-заключительное по ГОСТ 3.1109-82 время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции.

Таблица 12 - Нормирование технологического процесса механической обработки детали «Основание»

| Переход | t _о , мин | t _в , мин | | | | t _{обс} , мин | | t _{отд} , мин | t _{шт} , мин | t _{п.з.} , мин | t _{шт-к} , мин |
|--|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | t _{ус} | t _{уп} | t _{изм} | t _{з.о} | t _{тех} | t _{орг} | | | | |
| Операция 005 Универсальная с ЧПУ ОЦ 500 VS | | | | | | | | | | | |
| Установ А | 0,004 | 0,13 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 1,4 | 1,9 | 0,5 | 11,7 | 28 | 12,8 |
| Переход 1 | 2,2 | | | | | | | | | | |
| Переход 2 | 1,1 | | | | | | | | | | |
| Переход 3 | 0,3 | | | | | | | | | | |
| Переход 4 | 0,32 | | | | | | | | | | |
| Переход 5 | 0,18 | | | | | | | | | | |
| Установ Б | 0,008 | | | | | | | | | | |
| Переход 6 | 1,25 | | | | | | | | | | |
| Переход 7 | 0,02 | | | | | | | | | | |
| Установ В | 0,008 | | | | | | | | | | |
| Переход8 | 0,03 | | | | | | | | | | |
| Переход9 | 0,19 | | | | | | | | | | |
| Установ Г | 0,013 | | | | | | | | | | |
| Переход10 | 3,21 | | | | | | | | | | |
| Переход11 | 1,6 | | | | | | | | | | |
| Переход12 | 0,57 | | | | | | | | | | |
| Переход13 | 0,08 | | | | | | | | | | |
| Переход14 | 0,11 | | | | | | | | | | |
| Переход15 | 0,16 | | | | | | | | | | |
| Установ Д | 0,13 | | | | | | | | | | |
| Переход16 | 0,16 | | | | | | | | | | |

8. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

8.1 Возможности стойки HEIDENHAIN

iTNC 530 – это универсальная система управления компании HEIDENHAIN с возможностью программирования непосредственно на станке. Она подходит, как для фрезерных и сверлильных станков, так и для обрабатывающих центров. Универсальность системы iTNC 530 подтверждает широкий спектр областей ее применения:

- универсальные фрезерные станки;
- высокоскоростное фрезерование;
- пятикоординатная обработка с помощью поворотной головки и поворотного стола;
- пятикоординатная обработка на тяжелых станках;
- горизонтально-расточные станки;
- обрабатывающие центры и автоматизированная обработка.

iTNC 530 отличается оптимизированной системой управления перемещением по траектории, коротким временем обработки кадра и специальными стратегиями регулирования. Цифровая архитектура и встроенное цифровое управление приводами с интегрированным преобразователем обеспечивают высокую скорость обработки при высочайшей точности контура, что особенно необходимо при обработке 2D-контуров или 3D-форм. Динамический контроль столкновений (опция DCM) системы iTNC 530 постоянно контролирует рабочую зону станка на предмет возможных столкновений рабочих органов станка с зажимными приспособлениями. Адаптивное управление подачей (опция AFC) автоматически регулирует контурную подачу в зависимости от мощности

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 37 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

шпинделя и других параметров. Это позволяет оптимизировать время обработки, контролировать инструмент и щадить механику станка [18].

8.2 Фрагмент управляющей программы

В дипломном проекте написана часть управляющей программы, а именно расточить отверстие $\varnothing 90H7^{+0,035}$, фрезерование канавок $\varnothing 102$ мм, в отверстиях $\varnothing 90H7$ и снятие 4 фасок $1 \times 45^\circ$.

%PROGRAMMA G71 * - (Начало программы и название "PROGRAMMA")

N1 G247 Q339=+1* - (выбор системы координат)

N2 G00 G40 G90* - (выбор - абсолютной системы координат)

N3 G00 Z+0 G40 M91* - (выход в ноль по оси вращения шпинделя на макс. расстояние, без коррекции на радиус инструмента)

N4 G00 C+90* - (поворот оси C на ускоренной подачи - 90 градусов)

N5 G80 C+90* - (фиксация положения)

N6 G00 A+90* - (поворот оси A на ускоренной подачи - 90 градусов)

N7 G80 A+90* - (фиксация положения)

(Расточка черновая)

N8 T1 G17 S600 M03* - (Инструмент №1, из таблицы инструментов, плоскость обработки (x,y), обороты 600, вращение шпинделя по часовой стрелке)

N9 G00 Z+2.5 X+0 Y+0 G40*- (выход в ось отверстия на безопасном расстоянии без коррекции на радиус инструмента)

N10 G01 Z-71 M08 F100* - (расточивание на рабочей подаче с СОЖ)

N11 G01 Z+2.5 M09 F1000* - (вывод инструмента из детали и отключение СОЖ)

N12 M01* - (технологический останов - для измерений)

N13 G34* - (выход в позицию смены инструмента)

(Расточка чистовая)

N14 T2 G17 S800 M03* -(Инструмент №2, из таблицы инструментов, плоскость обработки (x,y) обороты 800,вращение шпинделя по часовой стрелке)

N15 G00 Z+2.5 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия на безопасном расстоянии без коррекции на радиус инструмента)

N16 G01 Z-71 M08 F100* -(расточивание на рабочей подаче с СОЖ)

N17 G01 Z+2.5 M09 F1000* -(вывод инструмента из детали и отключение СОЖ)

N18 M01* - (технологический останов - для измерений)

N19 G34* - (выход в позицию смены инструмента)

(Фрезеровка канавок)

N20 T3 G17 S800 M03* -(Инструмент №3, из таблицы инструментов, плоскость обработки (x,y), обороты 800, вращение шпинделя по часовой стрелке)

N21 G00 Z+2.5 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия на безопасном расстоянии без коррекции на радиус инструмента)

N22 G01 Z-11 M08 F100* - (выход по глубине на первую канавку)

N23 G01 X+51 G42 F100* - (врезание на глубину канавки с коррекцией на радиус r42 - инструмент справа на рабочей подаче)

N24 G03 X+51 R51* - (круговая интерполяция с указанием радиуса 51)

N25 G00 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия, без коррекции на радиус инструмента)

N26 G01 Z-65 F100* - (выход по глубине на вторую канавку)

N27 G01 X+51 G42 F100* - (врезание на глубину канавки с коррекцией на радиус r42 - инструмент справа на рабочей подаче)

N28 G03 X+51 R51* - (круговая интерполяция с указанием радиуса 51)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 39 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

N29 G00 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия, без коррекции на радиус инструмента)

N30 G00 Z+0 M91* - (выход в ноль по оси вращения шпинделя на макс. расстояние)

(Фаски)

N31 T4 G17 S800 M03* -(Инструмент №4, из таблицы инструментов, плоскость обработки (x,y), обороты 800,вращение шпинделя по часовой стрелке)

N32 G00 Z+2.5 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия на безопасном расстоянии без коррекции на радиус инструмента)

N33 G01 Z-8 M08 F100* - (выход по глубине на первую канавку)

N34 G01 X+48.5 G42 F100* - (врезание на глубину канавки с коррекцией на радиус r42 - инструмент справа на рабочей подаче)

N35 G03 X+48.5 R48.5* - (круговая интерполяция с указание радиуса)

N36 G00 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия, без коррекции на радиус инструмента)

N37 G01 Z-62 F100* - (выход по глубине на вторую канавку)

N38 G01 X+48.5 G42 F100* - (врезание на глубину канавки с коррекцией на радиус r42 - инструмент справа на рабочей подаче)

N39 G03 X+48.5 R48.5* - (круговая интерполяция с указание радиуса)

N40 G00 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия, без коррекции на радиус инструмента)

N41 G00 Z+0 M91* - (выход в ноль по оси вращения шпинделя на макс. расстояние)

N42 M9 M5* - (отключение СОЖ и отключение шпинделя)

N43 M30* - (КОНЕЦ ПРОГРАММЫ)

N99999999 %ALEX G71 * - (Конец программы и название "PROGRAMMA")

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 40 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

9. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

В дипломном проекте разрабатывается технологический процесс механической обработки детали «Основание» обработки с годовой программой выпуска деталей 1200 штук в год. Существующий технологический процесс изготовления детали отсутствует. Для предлагаемого, в данной работе, технологического процесса механической обработки детали «Основания» проводится технико-экономический анализ, исследование технических, организационных и экономических параметров и показателей, позволяющих определить себестоимость продукции [30].

9.1. Определение капитальных вложений.

Размер капитальных вложений определяется по формуле [30, стр.21]:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (25)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прс}$ – капитальные вложения в приспособления, р.;

$K_{прг}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, р.

Расчетное количество оборудования:

$$Q_P = T_{шт-к} \times N_{год} / (F_{об} \times k_{вн} \times k_3 \times 60), \quad (26)$$

где $T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$ - годовая программа выпуска детали представителя, шт.;

$F_{об}$ - действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм времени;

k_3 - коэффициент загрузки оборудования.

Действительный годовой фонд времени работы рассчитывается:

$$F_{об} = F_n \times (1 - k_p/100) \text{ ч.}, \quad (27)$$

где F_n - номинальный фонд времени работы единицы оборудования;

k_p - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на год (365 дней в году; 118 - количество выходных и праздничных дней; 247 - количество рабочих дней, из них: 3 - сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 - рабочие дни продолжительностью 8 ч) с учетом установленного режима работы (16 часов при двухсменном режиме), ч.;

Отсюда количество рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 247 \times 8 + 3 \times 7 = 1997 \text{ ч.};$$

Потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы равны 1,5% рабочего времени оборудования [30, прил.2].

Тогда действительный фонд времени работы оборудования составит:

$$F_{об} = 1997 \times (1 - 1,5/100) = 1967 \text{ ч.}$$

Нормы штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$ (мин.) по операциям приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Нормы штучно-калькуляционного времени

| Операция | Оборудование | $T_{шт-к}$, мин |
|-----------------------|--------------|------------------|
| 005 Комплексная с ЧПУ | ОЦ 500VS | 12,87 |

Количество необходимого оборудования определено в технологической части. Принят обрабатывающий центр 500VS.

Оборудование уже было приобретено предприятием, необходимо рассчитать коэффициент его загрузки. По данным предприятия нет необходимости в приобретении дополнительных единиц оборудования.

Капитальные вложения в приспособления определяются по формуле[30]:

$$K_{\text{прс}} = q_p \times N_{\text{прс}} \times Ц_{\text{прс}} \times k_{\text{осн}}, \quad (28)$$

где q_p - расчетное количество оборудования, где применяются приспособления, шт.;

$N_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$Ц_{\text{прс}}$ – стоимость приспособления, р.;

$k_{\text{осн}}$ – коэффициент занятости технологической оснастки при выполнении каждой операции обработки детали, отражает возможное отвлечение этой оснастки на обработку других деталей. При использовании специальной оснастки, рассчитанной на обработку только этих изделий, $k_{\text{осн}} = 1,0$.

$$K_{\text{прс}} = 1 \times 1 \times 20 = 20 \text{ тыс.р.}$$

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

Стоимость программного обеспечения составляет $K_{\text{прг}}=20$ тыс.р. (по данным предприятия).

В результате капитальные вложения составляют:

$$K=0+20+20=40 \text{ тыс. р.}$$

9.2 Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов [30, стр.24]:

$$C = Z_M + Z_9 + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (29)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 43 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

где Z_m – затраты на материалы, заготовки, р.;

$Z_э$ – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{зп}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на материалы рассчитываются следующим образом:

$$Z_m = Z_з + Z_p, \quad (30)$$

где $Z_з$ - затраты на основные материалы для заготовки, р.;

Z_p - затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку, р.

Стоимость заготовки [30]:

$$Z_з = (M_з \times O_з - M_{отх} \times O_{отх}) \times k_{тр}, \quad (31)$$

где $M_з$ - вес заготовки, кг;

$Q_з$ - цена за один килограмм материала заготовки, р.;

$M_{отх}$ - вес отходов, кг;

$Q_{отх}$ - цена за один килограмм отходов, р.;

$k_{тр}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов; $k_{тр} = 1,04\%$;

$$Z_з = 1,04 \times (6,3 \times 105 - 0,69 \times 10) = 680 \text{ руб.}$$

Так как, планируется закупать заготовки на другом предприятии, затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку не предусматриваются

Тогда затраты на материалы составляют:

$$Z_m = 680 + 0 = 680 \text{ р.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле [30]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{эл} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (32)$$

где $Z_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{эл}}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$Z_{\text{к}}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{\text{тр}}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.;

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \times T_{\text{шт-к}} \times k_{\text{мн}} \times k_{\text{доп}} \times k_{\text{есн}} \times k_{\text{р}}, \quad (33)$$

где $C_{\text{та}}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего, р.;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{\text{мн}}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,
 $k_{\text{мн}}=1$;

$$Z_{\text{пр}} = 185 \times (12,87/60) \times 1 \times 1,15 \times 1,26 \times 1,15 = 66 \text{ р./ч}$$

Если учесть, что за 1 час будет выпускаться 4 детали, то $Z_{\text{пр}} = 264 \text{ р./ч}$

Численность станочников - операторов определяется по формуле[30]:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{шт-к}} \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} \cdot 60}, \quad (34)$$

где $F_{\text{р}}$ - годовой фонд времени одного рабочего;

$k_{\text{мн}}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$t_{\text{шт-к}}$ – норма времени на операцию, час;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска детали, шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на год (365 - календарное количество дней; 118 - количество выходных и праздничных дней; 247 - рабочие дни;

244 - рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 - отпуск очередной, 2 - потери по больничному листу, 6 - прочие; итого потерь - 32 дня.). $F_p = 1741$.

Результаты вычислений запишем в таблицу 14.

Таблица 14 - Затраты на заработную плату операторов - станочников

| Наименование операции | Часовая тарифная ставка, р. | $T_{шт-к, мин}$ | Заработная плата, руб/ч | Расчетная численность станочников, чел. | Принято, чел |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|---|--------------|
| 005 Комплексная с ЧПУ | 185 | 12,87 | 264 | 0,14 | 1 |
| Итого | | | 264 | 0,14 | 1 |

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих определяется по формуле[30]:

$$Z_n = \frac{C_{т\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{дон} \cdot k_{соц} \cdot k_p}{N}, \quad (35)$$

где $C_{т\text{всп}}$ - часовая тарифная ставка, р.;

F_p - годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

N – годовая программа выпуска детали, шт.;

$Ч_{всп}$ – численность рабочих соответствующей категории, чел.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{всп} = q_{п} \times n / N, \quad (36)$$

где $q_{п}$ - принятое количество оборудования, шт.;

n - число смен работы оборудования, $n = 1$;

N - число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 1$ шт.

$Ч_{всп} = 1 \times 1 / 1 = 1$ чел.

Принимаем одного наладчика.

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа операторов – станочников, численность контролеров - 7% от числа операторов – станочников.

$$Ч_{\text{трансп.}} = 2 \times 0,05 = 1 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 2 \times 0,07 = 1 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих, результаты занесены в таблицу 15.

Таблица 15 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

| Должность, профессия | Часовая тарифная ставка, р/ч | Количество, чел. | Затраты на изготовление одной детали, р. |
|----------------------|------------------------------|------------------|--|
| Наладчик | 180 | 1 | 59,9 |
| Транспортный рабочий | 110 | 1 | 36,6 |
| Контролер | 90 | 1 | 29,9 |
| Итого | | 3 | 126,4 |

Затраты на электроэнергию, которая требуется на выполнение одной деталиеоперации рассчитываются по формуле[30]:

$$З_{эл} = \frac{N_y \cdot k_n \cdot k_{ep} \cdot k_w \cdot t_{ум-к}}{\eta \cdot k_{вн} \cdot 60} \cdot Ц_{э}, \quad (37)$$

где N_y - установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_n – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности $k_n=0,3$;

k_{ep} - средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, $k_{ep}=0,6$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка (при одном двигателе $k_{од} =1$);

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w=1,06$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм=1,1

η – коэффициент полезного действия оборудования;

Π_0 – стоимость 1кВт ч. электроэнергии, руб., $\Pi_0=1,5$ р.

Результаты расчета сведены в таблицу 16.

Таблица 16- Затраты на электроэнергию

| Модель станка | Установленная мощность, кВт | $T_{шт-к}$, мин | Затраты на электроэнергию, р. |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------|
| Обработывающий центр 500 VS | 22,5 | 12,87 | 1,35 |

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле[30]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (38)$$

где $C_{ам}$ - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

$C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления по оборудованию определяются по формуле[30]:

$$C_{ам} = \frac{\Pi_{обр} \cdot H_{ам} \cdot T_{шт-к}}{F_{д} \cdot \eta_{з.н} \cdot \eta_{в.н} \cdot 60}, \quad (39)$$

где $\Pi_{обр}$ – цена единицы оборудования, р;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, %;

$F_{д}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч.;

$\eta_{з.н}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$\eta_{в.н}$ – коэффициент выполнения норм.

$$C_{ам} = \frac{14000 \cdot 0,05 \cdot 12,87}{1997 \cdot 0,35 \cdot 1,02 \cdot 60} = 86 \text{ р.}$$

Затраты на ремонт оборудования, определены в размере 4% от стоимости оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования занесены в таблицу 17.

Таблица 17 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

| Модель станка | Стоимость, тыс. р. | Количество, шт. | Норма амортизации, % | t _{шт-к} , мин | Амортизация, р. | Затраты на ремонт, р. |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| Обработывающий центр 500 VS | 14000 | 1 | 5 | 12,87 | 86 | 560 |
| Итого | | | | | 86 | 560 |

$$З_{об}=86+560=646 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента определяются по формуле[30]:

$$З_u = \frac{Ц_{инс} + \beta_n \cdot Ц_n}{T \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_0 \cdot \eta, \quad (40)$$

где $Ц_{ин}$ – цена единицы инструмента, руб.;

β_n – число переточек;

$Ц_n$ – стоимость одной переточки, р.;

T – период стойкости инструмента, мин;

T_0 – машинное время, мин;

η – коэффициент случайной убыли инструмента.

$$З_u = \frac{3600}{120 \cdot 30} \cdot 0,32 \cdot 1,3 = 0,39 \text{ р.}$$

$$З_u = \frac{4200}{120 \cdot 30} \cdot 0,18 \cdot 1,3 = 0,37 \text{ р.}$$

$$З_u = \frac{4300}{120 \cdot 30} \cdot 0,2 \cdot 1,3 = 0,31 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию оснастки определяются по формуле[30]:

$$З_{np} = \frac{q_p \cdot H_{nps} \cdot Ц_{nps} \cdot H_{ам}}{N \cdot 100}, \quad (41)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$C_{прс}$ – стоимость приспособлений, р.;

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, %;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$Z_{пр} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 20}{1200 \cdot 100} = 3,3 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости, годового объема выпуска детали «Основание» записаны в таблицу 18.

Таблица 18 - Технологическая себестоимость годового объема выпуска детали «Основание»

| Статьи затрат | Сумма, руб |
|---|---------------|
| Затраты на материалы | 680 |
| Заработная плата с начислениями | 192,4 |
| Затраты на технологическую электроэнергию | 1,35 |
| Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования | 646 |
| Затраты на эксплуатацию оснастки | 3,3 |
| Затраты эксплуатации инструмента | 1,07 |
| Итого | 1524,12 |

В результате произведенных расчетов технологическая себестоимость детали «Основание» составила 1524,12 руб. на одну готовую деталь, а годовая себестоимость $1524,12 \cdot 1200 = 1828944$ руб.

10. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте разработан технологический процесс механической обработки детали «Основание», с использованием современного обрабатывающего центра 500 VS. В связи с этим существует необходимость в переподготовке квалифицированных рабочих кадров, по профессии – «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 4 разряда. Переподготовка операторов станков с ЧПУ будет производиться из рабочих, проработавших на предприятии определенное время и имеющих опыт работы на производстве по профессии «Оператор-наладчик» 2 разряда.

Целью курса переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» является формирование у слушателей знаний и умений, необходимых для наладки и настройки обрабатывающих центров с ЧПУ для обработки простых и средней сложности деталей; а также обработка простых и сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Задачей курса является достижение более высокой степени квалификации и компетенции в данной сфере профессиональной деятельности.

Переподготовка операторов станков с ЧПУ производится в учебном центре. Прохождение курсов переподготовки даёт возможность станочникам познать новые технологические возможности, изучить инновационные технологии, а также сохранить рабочие места на предприятии и не терять время на поиски новых сотрудников. Для разработки учебного плана переподготовки оператора-наладчика 2 разряда обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре, необходимо проанализировать профессиональные стандарты «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением».

10.1 Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Анализ содержания профессиональной деятельности оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н, регистрационный номер 131 [24]. В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор обрабатывающих центров» 4 разряда представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Анализ обобщенной трудовой функции

| Наименование | Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей | Код | А | Уровень квалификации | 2 |
|--|--|-----|---|----------------------|---|
| Возможные наименования должностей | Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации | | | | |
| Требования к образованию и обучению | Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих) | | | | |
| Требования к опыту практической работы | - | | | | |

Продолжение таблицы 19

| | |
|---------------------------------|---|
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке |
| | Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте |

Трудовая функция «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А/01.2- А/07.2 и принадлежит второму уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 20 .

Таблица 20 - Трудовые функции

| | |
|---|------------|
| Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам | А/01. 2 |
| Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте | А/02. 2 |
| Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях | А/03. 2 |
| Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК) | А/04. 2 |
| Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы | А/05. 2 |
| Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам | А/06. 2 |
| Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании | А/07. 2 |

Выбрана трудовая функция А/01.2 - «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам» ее анализ приведен в таблице 21.

Таблица 21 - Анализ трудовой функции А/01.2

| Наименование | Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) | Код | А/01.2 | Уровень (подуровень) квалификации | 2 |
|--------------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| 1 | 2 | | | | |
| Трудовые действия | Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров | | | | |
| | Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта) | | | | |
| | Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов | | | | |
| Необходимые умения | Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции | | | | |
| | Пользоваться встроенной системой измерения инструмента | | | | |
| | Пользоваться встроенной системой измерения детали | | | | |
| | Отслеживать состояние и износ инструмента | | | | |
| | Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок | | | | |
| | Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей | | | | |
| | Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты | | | | |
| | Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ | | | | |

Продолжение таблицы 21

| 1 | 2 |
|-----------------------|--|
| Необходимые знания | Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости |
| | Параметры и установки системы ЧПУ станка |
| | Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов |
| | Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков |
| | Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ |
| | Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования |
| | Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ |
| | Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей |
| | Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов |
| | Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента |
| | Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы |
| | Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности |
| | Правила пользования средствами индивидуальной защиты |
| | Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ |
| | Виды брака и способы его предупреждения и устранения |
| Другие характеристики | Требования по рациональной организации труда на рабочем месте |
| | Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации |
| | Наличие II квалификационной группы по электробезопасности |

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки токаря-расточника в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

10.2. Анализ рабочей программы

Учебным планом предусмотрено изучение 7 тем. По окончании образовательной программы учащиеся сдают экзамен. Общая трудоемкость программы «Оператор станков с ЧПУ» составляет 114 часов, состоит из 3 разделов и представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Учебный план

| № п/п | Название дисциплин | Всего часов | В том числе | | Форма контроля |
|-------|---|-------------|-------------|--|----------------|
| | | | Теория | Практические занятия (лабораторные работы) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Теоретическое обучение | 66 | 34 | 32 | |
| | 1. Устройство металлорежущих станков с программным управлением. Механическая и электромеханическая наладка станка | 8 | 8 | - | Зачет |
| | 2. Подналадка, проверка на точность и работоспособность обрабатывающих центров с ЧПУ | 8 | 4 | 4 | Зачет |
| | 3. Заточка, доводка и установка универсального и специального режущего инструмента на обрабатывающие центры с ЧПУ | 8 | 4 | 4 | Зачет |
| | 4. Универсальные и специальные приспособления, контрольно-измерительные инструменты, приборы и инструменты | 8 | 4 | 4 | Зачет |
| | 5. Параметры и установки системы ЧПУ станка | 10 | 4 | 6 | Зачет |
| | 6. Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ | 12 | 6 | 6 | Зачет |

Продолжение таблицы 22

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|-----|---|----|---------|
| | 7. Осуществление обработки деталей на станках с ЧПУ | 12 | 4 | 8 | Зачет |
| 2. | Практическое обучение | 42 | - | 42 | Зачет |
| 3. | Квалификационный экзамен | 4 | | | Экзамен |
| | ИТОГО: | 114 | | | |

Выбрана тема «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ». Тематический план изучения данной темы состоит из 4 разделов, представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Тематический план

| № п/п | Наименование разделов программы | Всего часов | В том числе: | | Формы контроля |
|-------|--|-------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | |
| 1 | Структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ | 2 | 2 | 0 | Тестирование |
| 2 | Основы программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ | 4 | 4 | 0 | Тестирование |
| 3 | Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания | 2 | 2 | 0 | Тестирование |
| 4 | Разработка УП | 6 | 0 | 6 | Выполнение практической работы |
| | Итого: | 14 | 6 | 6 | Зачет |

Выбран 3 раздел «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания». Перспективно-тематический план изучения данной темы приведен в таблице 24.

Таблица 24 - Перспективно-тематический план темы «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания»

| Номер урока | Тема урока (занятия) | Цели урока (занятия) | Методы обучения | Тип урока (занятия) | Вид занятия | Способ организации | ДС и ВСО | МПС и ВПС | Д/З |
|-------------|--|--|-----------------------------|--|-------------|--|---|--|--|
| 1 урок | «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания». (Закалемических часа.) | <p>Образовательная цель: формирование знаний у слушателей об основных командах используемых при программировании циклов прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания</p> <p>Развивающая цель: развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы</p> <p>Воспитательная цель: воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению</p> | Рассказ, беседа, объяснение | Лекция, ориентированная на усвоение новых знаний | Групповые | Лекция-монолог с применением мультимедийных технологий | Ноутбук, мультимедиа-проектор, слайды, таблицы, доска, мел. | Теоретическое обучение. Тема: «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания». | Перечитать конспект, выучить новые понятия и формулировки. |

Далее приведен план конспект урока теоретического обучения на тему «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания».

10.3. Разработка урока теоретического обучения

Тема занятия: «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания».

Цели:

- Образовательная: Формирование знаний у слушателей об основных командах используемых при построении УП;
- Развивающая: Развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;
- Воспитательная: Воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению.

Тип урока: лекция, ориентированная на усвоение новых знаний

Метод обучения: рассказ, беседа, объяснение

Оснащение урока: ноутбук, медиапроектор, слайды, таблицы, доска, мел.

Продолжительность урока: 90 минут. Занятие проходит в учебном классе.

Таблица 25 - Деятельность преподавателя и учащегося на уроке

| № этапа | Наименование этапа урока | Деятельность преподавателя | Вре-мя (мин) | Деятельность учащихся |
|---------|-----------------------------|---|--------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Организационная часть | Приветствие учащихся Проверка присутствующих | 5 | Приветствие преподавателя. |
| 2 | Сообщение темы и цели урока | Сообщает тему, цели урока. | 5 | Слушают. Запись темы урока. |
| 3 | Мотивация | Рассказывает о важности темы | 5 | Слушают. |
| 4 | Актуализация опорных знаний | Задаёт вопросы и анализирует их ответы. Дополняет и при необходимости поправляет обучаемых. | 15 | Предполагают ответы |

Продолжение таблицы 25

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------------------------------------|--|----|--|
| 5 | Сообщение нового учебного материала | Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды | 45 | Слушают, конспектируют, изучают слайды |
| 6 | Закрепление новых знаний | Тестирование Раздает вопросы теста | 15 | Отвечают на вопросы, сдают преподавателю |

Организационная часть: Поприветствовать учащихся. Сообщить тему занятия: «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания».

План изложения нового материала:

- Циклы прерывистого сверления
- Циклы нарезания резьбы
- Циклы растачивания

Мотивация учащихся: Тема «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания» очень важна оператору станков с ЧПУ для дальнейшего применения в практической работе.

Вопросы для актуализации опорных знаний:

1. Что такое управляющая программа?
2. Структура управляющей программы?
3. Понятия: «кадр», «слово», «функция»?

Изложение нового учебного материала:

Циклы прерывистого сверления.

Код G83 вызывает цикл прерывистого сверления. Прерывистое сверление часто используется при обработке глубоких отверстий. Если при обычном сверлении инструмент на рабочей подаче перемещается ко дну отверстия непрерывно, то в цикле прерывистого сверления инструмент поднимается вверх через определенные интервалы для удаления стружки. Если вы сверлите глубокое отверстие (глубина отверстия больше трех диаметров сверла), то есть вероятность, что стружка не успеет выйти из отверстия и инструмент сломается.

При обработке отверстий технолог-программист должен решить, какой именно цикл ему необходим в каждом конкретном случае.

На чертежах длину отверстия указывают по прямой части. Однако режущая кромка сверла заточена под определенным углом (обычно 118°). Так как в программе указываются координаты Z для кромки сверла, то инструменту необходимо пройти дополнительное расстояние $H = R \text{ сверла} / \tan(L/2)$. При сверлении сквозных отверстий нужно задать небольшой перебег (0.5–1 мм) для прямой части сверла.

Формат кадра для цикла прерывистого сверления похож на формат обычного цикла сверления:

G83 X10.0 Y10.0 Z-25.0 Q2.0 R0.5 F45

Обратите внимание на Q-адрес, который определяет относительную глубину каждого рабочего хода сверла. В данном случае сверление происходит по такому алгоритму:

Сверло от исходной плоскости перемещается к плоскости отвода (R0.5) на ускоренной подаче.

От плоскости отвода R сверло подается на глубину 2 мм (Q2.0) со скоростью подачи (F45).

Сверло ускоренным ходом перемещается к плоскости отвода (R0.5).

Сверло ускоренным ходом перемещается к ранее достигнутой позиции по глубине (или немного не доходит до этой глубины во избежание столкновения сверла с материалом детали).

Сверло подается на глубину 4 мм ($2 + 2$) со скоростью подачи (F45).

Шаги 3, 4 и 5 повторяются до тех пор, пока сверло не достигнет координаты Z-25. Затем сверло выводится из отверстия до плоскости отвода (G99) или исходной плоскости (G98).

Высокоскоростной цикл прерывистого сверления G73 работает аналогично циклу G83. Единственная разница заключается в том, что при высокоскоростном цикле сверло для удаления стружки выводится из

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 61 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

отверстия не полностью. Это позволяет уменьшить машинное время обработки.

Формат кадра для высокоскоростного цикла прерывистого сверления:

G73 X10.0 Y10.0 Z-25.0 Q2.0 R0.5 F45

Многие СЧПУ позволяют указывать дополнительные адреса для более гибкой работы с циклами сверления. Внимательно прочитайте документацию к станку для понимания работы циклов и уточните используемые в них адреса. Когда программист задает глубину сверления в программе обработки, он рассчитывает ее относительно крайней кромки сверла. Очень часто на чертежах глубина отверстия указывается относительно прямой части сверла. В этом случае необходимо произвести несложный расчет для нахождения глубины крайней кромки.

Высота кромки сверла $H = \text{радиус сверла } R / \tan(\text{угол } L/2)$.

Если на чертеже указана глубина до прямой части 40 мм, диаметр сверла равен 10 мм, а угол кромки равен 118° , тогда высота кромки $H = 5 / \tan 59 (\text{град.}) = 5 / 1.664 = 3.004$ мм. Следовательно, глубина сверления, которую необходимо указать в управляющей программе, равна $40 + 3.004 = 43.004$ мм (Z-43.004) [19, с. 120].

Циклы нарезания резьбы.

Код G84 используется для вызова цикла нарезания резьбы. В этом случае при каждой подаче оси Z на значение шага метчика шпиндель поворачивается на один оборот. Когда метчик достигает дна отверстия, шпиндель, вращаясь в обратную сторону, выводит метчик из отверстия. УЧПУ самостоятельно синхронизирует подачу и скорость вращения шпинделя во избежание повреждения резьбы и поломки инструмента. Благодаря этому нарезание резьбы можно выполнить без плавающего патрона с высокой скоростью и точностью.

Формат кадра для цикла нарезания резьбы следующий:

G98 G84 X10.0. Y10.0 Z-6.0 R10.0 F10

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 62 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Код G74 вызывает цикл нарезания резьбы при помощи метчика левой резьбы. Формат этого цикла аналогичен формату для G84. Единственная разница между двумя этими циклами заключается в направлении вращения шпинделя:

G98 G74 X10.0 Y10.0 Z-6.0 R10.0 F10

Некоторые СЧПУ позволяют программировать циклы нарезания резьбы за несколько рабочих операций, аналогично циклу прерывистого сверления. При нарезании резьбы при помощи постоянных циклов станка программисту следует проявлять особую внимательность, назначая режимы резания и глубину обработки.

Циклы растачивания.

Код G85 вызывает стандартный цикл растачивания. Операция растачивания применяется для получения отверстий высокой точности с хорошей чистотой поверхности. В качестве инструмента используется расточной патрон с настроенным на определенный радиус резцом. Формат для цикла G85 похож на формат цикла сверления:

G98 G85 X10.0 Y10.0 Z-10.0 R10.0 F30

Цикл G85 выполняет перемещение расточного резца до дна отверстия на рабочей подаче с вращением шпинделя. Когда резец достигает дна, инструмент выводится из отверстия также на рабочей подаче.

Существует множество разновидностей цикла растачивания, которые отличаются друг от друга поведением при выводе инструмента из обработанного отверстия. В таблице 26 приведены наиболее распространенные расточные циклы [19, с.123].

Таблица 26 - Расточные циклы

| Цикл растачивания | Описание цикла |
|-------------------|---|
| G76 | При достижении дна отверстия расточной резец ориентируется определенным образом, и сдвигается от боковой поверхности (стенки) отверстия и выводится на ускоренной подаче. Для правильной работы с этим циклом необходимо правильно сориентировать инструмент при настройке и установке, иначе можно сломать инструмент или испортить деталь |
| G85 | Стандартный расточной цикл. Инструмент вводится в отверстие на рабочей подаче. При достижении заданной координаты инструмент выводится из отверстия на рабочей подаче |
| G86 | При достижении дна отверстия шпиндель прекращает вращаться и выводится из отверстия на ускоренной подаче. На боковой поверхности (стенке) отверстия, скорее всего, останется вертикальная риска |
| G87 | Поведение цикла может быть различным. У одних станков этот цикл выполняет растачивание за несколько рабочих операций, аналогично циклу прерывистого сверления. У других станков шпиндель останавливается на дне отверстия и выводится из него вручную. На большинстве современных ОЦ является циклом обратного растачивания |
| G88 | Аналогично G87. На дне отверстия можно задать время выдержки |
| G89 | Аналогично G85. На дне отверстия можно задать время выдержки |

В приложении Г приведены слайды для проведения занятия по теме «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания»

Вопросы для тестирования:

1. Выберите стандартный расточной цикл. Инструмент вводится в отверстие на рабочей подаче. При достижении заданной координаты инструмент выводится из отверстия на рабочей подаче.

- a) G90 b) G0
c) G80 d) G85

2. Какой код вызывает цикл нарезания резьбы при помощи метчика левой резьбы?

- a) G74 b) G90
c) G85 d) G88

3. Какой код аналогичен формату G84. Единственная разница между двумя этими циклами заключается в направлении вращения шпинделя.

- a) G96 b) G74
c) G19 d) G0

4. Высокоскоростной цикл прерывистого сверления имеет код?

- a) G73 b) G88
c) G2 d) G54

5. Какой циклу характерно следующее действие: при достижении дна отверстия шпиндель прекращает вращаться и выводится из отверстия на ускоренной подаче?

- a) G86 b) G87
c) G95 d) G88

Ответы на тест:

1-d, 2-a, 3-b, 4-a, 5-a

Вывод: В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации операторов станков с ЧПУ 2 разряда на операторов станка с ЧПУ 4 разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ», разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработан технологический процесс механической обработки детали «Основание», с применением современного оборудования и режущих инструментов. Были проанализированы исходные данные, назначен метод получения заготовки, разработаны технологические операции, рассчитаны режимы резания, технические нормы времени, произведен расчет припусков. Разработан фрагмент управляющей программы, в проекте произведен экономический расчет технологического процесса, рассчитаны капитальные вложения и себестоимость продукции, а также разработана методика повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ». В технологическом процессе все операции выполняются на обрабатывающем центре 500 VS с ЧПУ за один установ. Обеспечение заданной точности размеров, форм, взаимного расположения поверхностей было достигнуто за счет постоянства баз и переходов.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 66 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 2013. – 598с.(Режимдоступа:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=37005)
2. Бородина Н.В., Бушков Г.Ф. Дипломное проектирование. Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, - 2011г. - 90с.
3. Бурцева Л.П. Методика профессионального обучения [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Л. П. Бурцева. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Флинта, 2016. - 156, [1] с. : табл. - (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/74589/#1>)
4. Беляева О.А. Педагогические технологии в профессиональной школе [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / О.А. Беляева. - Минск: 2014.-60с. (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340433>)
5. Батышев С. Я. Производственная педагогика: учебник для работников, занимающихся профессиональным обучением рабочих на производстве / С. Я. Батышев. 3-е изд., перераб и доп. Москва:Машиностроение, 1984. 672 с.
6. Горохов В.А. Проектирование механосборочных участков и цехов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Электрон. текстовые дан. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 539 с. : ил., табл. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 538-539 Экземпляры: всего:1 - ЭБС Лань(1). (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/49454/#1>)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 67 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

7. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. Вузов. Минск.: Высш. шк., 1979. 184с.

8. ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия.

9. ГОСТ 3.1121-84 Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции).

10. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

11. ГОСТ 6111-52 Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°

12. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятия

14. Каталог KORLOY 2013

15. Клименков С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С. С. Клименков. - Электрон. текстовые дан. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 458 с. : ил., табл. - (Высшее образование - бакалавриат : сер. осн. в 1996 г.). - Библиогр.: с. 454-458. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/37102/#1>)

16. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. - Электрон. текстовые дан. Москва : Машиностроение, 2014. - 520 с. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/63256/#1>)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 68 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

17. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие.– Екатеринбург:Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та,2001. 169 с.

18. Контурная система ЧПУ iTNC 530 для обрабатывающих центров, а также для фрезерных и сверлильных станков:[Электронный ресурс]. URL: (http://www.heidenhain.ru/ru_RU/produkcija/sistemy-chpu/itnc-530/) (Дата обращения 01.02.2017)

19. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю. – Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система-М.:–«Эльф ИПР», 2006, – 286 с.: илл.

20. Маталин А.А. Технология машиностроения: учеб для вузов М.: Лань, 2012. – 512 с. (Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=258)

21. Нормирование механической обработки: учебное пособие/ Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013.137с.

22. Обрабатывающий центр модели 500VS:[Электронный ресурс]. URL:(Режимдоступа:<http://www.stankostroenie.com/products/obrabatyivayushhij-czentr-tokarnyj-s-chpu-modeli-3000h-portalnogo-tipa/obrabatyivayushhij-czentr-modeli-500vs.html>) (Дата обращения 21.12.2016)

23. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках: единичное, мелко-серийное и среднесерийное производство. Москва: Экономика, 1988. 366 с.

24. Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», Регистрационный номер 131. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» августа 2014 г. №530н.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 69 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

25. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств [Электронный ресурс] : учебник для вузов / [В. А. Тимирязев и др.]. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 378 с. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/50682/#1>)

26. Справочник технолога - машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.

27. Справочник технолога - машиностроителя [Текст] / под ред. . А.Г Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.

28. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С. Г. Сажин. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 360 с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. Экземпляры: всего:1 - ЭБС Лань(1) (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/50683/#1>)

29. Сибикин М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование [Электронный ресурс] : справочник / М. Ю. Сибикин. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Машиностроение, 2013. - 307 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 307 Экземпляры: всего:1 - ЭБС Лань(1). (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/37007/#1>)

30. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 70 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ЛИСТ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 71 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИСТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

| Наименование документа | Обозначение документа | Формат | Количество листов | Прим. |
|--------------------------------------|--------------------------|--------|----------------------|-------|
| 1. Чертеж детали «Основание» | ДП 44.03.04.764.01 | A1 | 1 | |
| 2. Чертеж заготовки «Основание» | ДП 44.03.04.764.02 | A1 | 1 | |
| 3. Операционные эскизы | ДП 44.03.04.764.Д01 | A1 | 1 | |
| 4. Операционные эскизы | ДП 44.03.04.764.Д02 | A1 | 1 | |
| 5. Фрагмент управляющей программы | ДП 44.03.04.764.Д03 | A1 | 1 | |

ФРАГМЕНТ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

(Расточка черновая)

N8 T1 G17 S600 M03* - (Инструмент №1, из таблицы инструментов, плоскость обработки (x,y), обороты 600, вращение шпинделя по часовой стрелке)

N9 G00 Z+1 X+0 Y+0 G40*- (выход в ось отверстия на безопасном расстоянии без коррекции на радиус инструмента)

N10 G01 Z-71 M08 F100* - (расточивание на рабочей подаче с СОЖ)

N11 G01 Z+2.5 M09 F1000* - (вывод инструмента из детали и отключение СОЖ)

N12 M01* - (технологический останов - для измерений)

N13 G34* - (выход в позицию смены инструмента)

(Расточка чистовая)

N14 T2 G17 S800 M03* - (Инструмент №2, из таблицы инструментов, плоскость обработки (x,y), обороты 800, вращение шпинделя по часовой стрелке)

N15 G00 Z+2.5 X+0 Y+0 G40* - (выход в ось отверстия на безопасном расстоянии без коррекции на радиус инструмента)

N16 G01 Z-71 M08 F100* -(расточивание на рабочей подаче с СОЖ)

N17 G01 Z+2.5 M09 F1000* - (вывод инструмента из детали и отключение СОЖ)

N18 M01* - (технологический останов - для измерений)

N19 G34* - (выход в позицию смены инструмента)

КОМПЛЕКТ СЛАЙДОВ ДЛЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Тема занятия: «Циклы прерывистого сверления, нарезания резьбы, растачивания»

Циклы прерывистого сверления

Прерывистое сверление используется при обработке глубоких отверстий

Код G83 вызывает цикл прерывистого сверления.

Если вы сверлите глубокое отверстие (глубина отверстия больше трех диаметров сверла), то есть вероятность, что стружка не успеет выйти из отверстия и инструмент сломается.



Рисунок 1 – Стружкообразование при сверлении

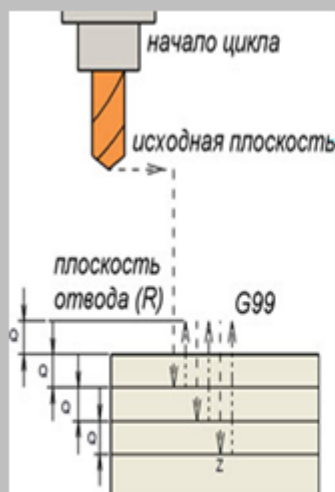


Рисунок 2 – Траектория движения сверла

Формат кадра для цикла прерывистого сверления похож на формат обычного цикла сверления:

G83 X10.0 Y10.0 Z-25.0 Q2.0 R0.5 F451.

1. Сверло от исходной плоскости перемещается к плоскости отвода (R0.5) на ускоренной подаче.
2. От плоскости отвода R сверло подается на глубину 2 мм (Q2.0) со скоростью подачи (F45).
3. Сверло ускоренным ходом перемещается к плоскости отвода (R0.5).
4. Сверло ускоренным ходом перемещается к ранее достигнутой позиции по глубине (или немного не доходит до этой глубины во избежание столкновения сверла с материалом детали).
5. Сверло подается на глубину 4 мм (2 + 2) со скоростью подачи (F45).

Шаги 3, 4 и 5 повторяются до тех пор, пока сверло не достигнет координаты Z-25. Затем сверло выводится из отверстия до плоскости отвода (G99) или исходной плоскости (G98).

Высокоскоростной цикл прерывистого сверления G73

При высокоскоростном цикле сверло для удаления стружки выводится из отверстия не полностью, что позволяет уменьшить машинное время обработки.

Формат кадра для высокоскоростного цикла прерывистого сверления:

G73 X10.0 Y10.0 Z-25.0 Q2.0 R0.5 F45

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП 44.03.04.762 ПЗ

Лист

75

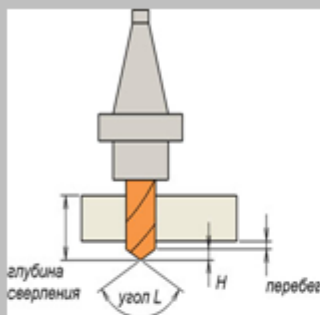


Рисунок 3 - Перебег сверла

Расчет для нахождения глубины крайней кромки

- Часто на чертежах глубина отверстия указывается относительно прямой части сверла.
- Например: на чертеже указана глубина до прямой части 40 мм, диаметр сверла равен 10 мм, а угол кромки равен 118° , тогда высота кромки $H = 5 / \tan 59^\circ (\text{град.}) = 5 / 1.664 = 3.004$ мм. Следовательно, глубина сверления, которую необходимо указать в управляющей программе, равна $40 + 3.004 = 43.004$ мм (Z-43.004).

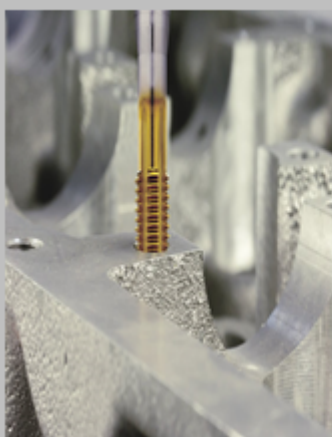


Рисунок 4 – Нарезание резьбы метчиком на станке с ЧПУ

Циклы нарезания резьбы

- Код G84 используется для вызова цикла нарезания резьбы. При каждой подаче по оси Z на значение шага метчика шпиндель поворачивается на один оборот.
- Формат кадра для цикла нарезания резьбы:

G98 G84 X10.0. Y10.0 Z-6.0 R10.0 F10

Код G74 вызывает цикл нарезания резьбы при помощи метчика левой резьбы. Формат этого цикла аналогичен формату для G84.

Разница между двумя этими циклами заключается в направлении вращения шпинделя.

G98 G74 X10.0 Y10.0 Z-6.0 R10.0 F10

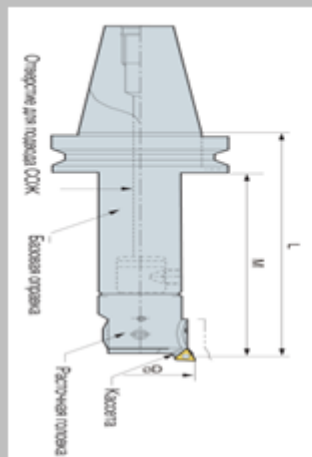


Рисунок 5 – Расточная кассета

Циклы растачивания

- Код G85 вызывает стандартный цикл растачивания.
- Растачивание применяется для получения отверстий высокой точности с хорошей чистотой поверхности.
- В качестве инструмента используется расточной патрон (система) с настроенным на определенный радиус резцом.

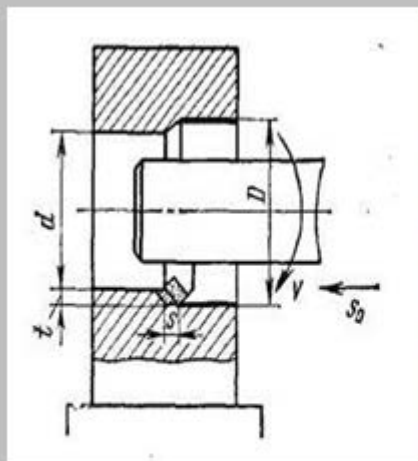


Рисунок – 6 Схема растачивания отверстия



Рисунок 7-Растачивание блока

Таблица 1 - Расточные циклы

| Цикл растачивания | Описание цикла |
|-------------------|---|
| G76 | При достижении дна отверстия расточной резец ориентируется определенным образом, и сдвигается от боковой поверхности (стенки) отверстия и выводится на ускоренной подаче. Для правильной работы с этим циклом необходимо правильно сориентировать инструмент при настройке и установке, иначе можно сломать инструмент или испортить деталь |
| G85 | Стандартный расточной цикл. Инструмент вводится в отверстие на рабочей подаче. При достижении заданной координаты инструмент выводится из отверстия на рабочей подаче |
| G86 | При достижении дна отверстия шпиндель прекращает вращаться и выводится из отверстия на ускоренной подаче. На боковой поверхности (стенке) отверстия, скорее всего, останется вертикальная риска |
| G87 | Поведение цикла может быть различным. У одних станков этот цикл выполняет растачивание за несколько рабочих операций, аналогично циклу прерывистого сверления. У других станков шпиндель останавливается на дне отверстия и выводится из него вручную. На большинстве современных ОЦ является циклом обратного растачивания |
| G88 | Аналогично G87. На дне отверстия можно задать время выдержки |
| G89 | Аналогично G85. На дне отверстия можно задать время выдержки |

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.762 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 79 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

